云 南 植 物 研 究 1994; 16 (2): 111—116
Acta Botanica Yunnanica

内蒙古地区中新世木化石及古气候意义*

陶君容[1] 杨家驹[2] 王宇飞[1]
([1]中国科学院植物研究所，北京 100093)
([2]中国林业科学院木材研究所，北京 100091)

摘要 木化石采自内蒙古赤峰平庄煤矿。矿区内展布的地层有两套，下部为晚中生代含煤地层，上部为第三系。木化石采自上部第三系，同层具有丰富的叶部化石。现报道的木材化石共 3 种，平庄原始黄杉型木 *Pseudotsugaxylon pingzhangensis* sp. nov.，东北云杉型木 *Piceaxylon manchuricum* Sze 和松型木 *Pinuxylon* sp.等。其中的原始黄杉型木的最近亲缘属黄杉属。就生存种的地理分布，并综合 70 多种叶部印痕化石的种属地理分布特征，指示中新世时期内蒙南部地区的气候温暖湿润，雨量颇为丰富，所以森林较为繁盛茂密。其植被为暖温带针阔叶混交林。
关键词 木化石，中新世，古气候

MIOCENE WOOD FOSSILS AND PALEOCLIMATE IN INNER MONGOLIA

TAO Jun–Rong[1], YANG Jia–Jiu[2], WANG Yu–Fei[1]
([1]*Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*, Beijing 100093)
([2]*Institute of Wood Industry, Chinese Academy of Forestry*, Beijing 100091)

Abstract The wood fossils were collected from Ping–zhuang Coal Mine, Chi–fong city, Inner Mongolia. There are two sets of sediments. The upper one was considered to be Miocene, Tertiary; the lower one was late Mesozoic. Among the upper one is the bed which contained the wood and other leaves fossils. Three species of wood fossils among them had been identified. They are *Pseudotsugaxylon pingzhangensis* sp. nov., *Piceaxylon manchuricum* Sze. and *Pinuxylon* sp. Based on the geographic distribution of extant species in *Pseudotsuga,* the closely related genus of *Pseudotsugaxylon* and more than 70 species of leaves fossils, it might indicate that the climate was warm and damp, the precipitation was rich. The type of vegetation was a mixed forestry of meedle and broad leaves in the southern area of Inner Mongolia during the Miocene, Tertiary.

Description of Pseudotsugaxylon Gen. nov. J. J. Yang

Gross characteristics The fossil wood described here was from tree branch. growth rings distinct; up to o.4 mm in width; transition from earlywood to latewood moderately abrupt or abrupt.

Minute anatomy Earlywood tracheides rectangular, hexagon or a few polygon mostly invisible(cells being crushed)with tangential diameter 18—22μm and wall thickness 2.2—2.7μm.

* 国家自然科学基金资助课题
1992–12–07 收稿，1993–04–19 修回

Bordered pits on radial wall 1 row, sparse but mostly invisible. Spiral thickenings on the axial tracheides walls extremely distinct (very oblique). Latewood cruashed but spiral thickenings visible. Axial parenchyma invisible. Rays of two types, uniseriate and fusiform: (a) uniseriate rays numerous, 8—11 No / mm, 9—11μm in width, 1 —18 plus cells(19—105μm) in height (usually 2 —7 plus cells, 36—48μm); (b) fusiform rays with radial resin canals, 26—42μm in width, 2—3 horizotial ray cells near the canal, tapering above and below to uniseriate margins similar to (a) ray, up to 2—6 plus cells in height. Ray cells orbicular, oval and elliptical containing dark resin, horizontal walls pited, end walls nodular. Pits leading ray cells 4—6 per crossfield, taxodioid? and / or piceoid?, 1—3 horizotal arrangment(usually 2). Ray tracheids, spiral thickenings on inner walls visible(?). Resin canals of two types, axial and radial canals: (a) axial canal, 2 longitudinal sectioned ones was found on the tangential section but not visible on the transverve section; (b) radial canals with 5—7 thick-walled epithelium on the tangential scetion, 0—2 per square millimeter.

Key words Fossil wood, Miocene, Paleoclimate

一、化石产地及自然概况

内蒙赤峰平庄煤矿位于北纬 42 ° 3′，东经 119 ° 15′。本区的现代地形为山地丘陵及平原等多种地形。矿区内展布的地层有两套，下部为晚中生代含煤岩系，上部为第三系。木化石采自上部第三系，同层具有丰富的植物叶部化石。

本区的现代气候，由于受西伯利亚和蒙古高压气流控制，属大陆性气候，冬季寒冷，春季风沙较大，雨量稀少，空气干燥，总是蒸发量大于降水量。

本区现代植被属温带半干旱大陆性季风气候区，其植被为暖温型草原向中温型草原过渡，主要分布有菊科、禾本科、豆科、蔷薇科等，百合科、毛茛科等占有一定比例。

二、古气候初议

平庄原始黄杉型木的现代近似属为黄杉属（*Pseudotsuga*）是常绿乔木，多分布于亚洲东部及北美洲。我国现生存者 5 种，产于台湾、福建、浙江、安徽等长江流域及西藏、云南等地，多生长在温暖山区，气候相当温暖湿润。同层位所产叶部植物化石的属种，如裸子植物中有落羽杉属（*Taxodium*），被子植物中的一些常绿阔叶植物等，均表明赤峰地区在第三纪中期时的气候是相当温暖湿润的，当时植被茂盛，与今日本区的面貌回异。

三、木化石的描述

黄杉型木属 Pseudotsugaxylon gen et sp. nov Yang（图版Ⅰ, 1—8） 标本号: 48

特征描述 生长轮明显，早材至晚材管胞胞壁厚度略急变或急变(图版Ⅰ,1)。早材管胞横切面呈长方形及六边形，少数多边形，径壁纹孔 1 列，甚稀疏，但多数因压挤而不得见。螺纹加厚甚明显，倾斜分布。轴向薄壁组织未见。木射线有单列和纺缍形 2 类。单列射线（图版Ⅰ，5）数多。纺缍形射线（图版Ⅰ，6A 及 6B）内具径向树脂道（图版Ⅰ,8A 及 8B)。射线细胞圆形、卵圆形及椭圆形；含深色树脂；水平壁纹孔及端壁节状加厚明显。射线管胞内壁有螺纹加厚[1]（图版Ⅰ，7)。但端壁具缘纹孔未见。

射线细胞与轴向管胞交叉场纹孔杉木型及云杉型(?), 4—6 (通常 4) 个, 1—3 (通常 2) 横列。树脂道分轴向和径向 2 类。轴向树脂道在横切面上, 晚材带和早材带外部有被压挤的、似树脂道的裂隙, 在弦切面上有 2 条纵剖面的轴向树脂道 (图版 I, 3) .径向树脂道 (图版 I, 6A 及 6B) 每平方毫米 0—2 个, 树脂道周围有 5—7 个厚壁的泌脂细胞。

平庄原始黄杉型木(Pseudotsugaxylon pingzhangensis sp. nov. Yang

外观特征　化石木黄褐色, 系树木枝条。生长轮宽 0.4mm 或以上。早材至晚材胞壁厚度略急变或急变, 晚材带窄, 与早材带区别明显。其它同属征。

表 1 石化木与黄杉属、云杉属和银杉属的比较

Table 1 Comparision of wood features of fossil wood no. 48, *Pseudotsuga*, *Picea* and *Cathaya*

	早材至晚材的变化 Transition from early to latewood	轴向管胞 Axial tracheides			交叉场纹孔式 Cross–field pits				径向树脂道 Radial canals	
		弦径 T–diameter (μm)	壁厚 Wall thick–ness (μm)	螺纹加厚 Spiral thickenings	数目 No. (通常) (usually)	横列数 No.of horizo–tial rows (通常) (usually)	类型 Type	每平方毫米个数 N. of per.sq. mm	弦径 T–diameter (μm)	泌脂细胞数 No.of epith. cells
48 号石化木 fossil wood no. 48	略急或急变 Moderately abrupt of abrupt	18—22	2.2—2.7	甚明显 甚倾斜 extremely distinct; oblique	4—6(4)	1—3(2)	杉木型(?) 云杉型(?) taxodioid? piceoid?	0—2	26—42	5—7
黄杉属 Pseudotsuga	同上 Do.	37—40	2.0—5.0	同上 Do.	1—8 (3—5)	1—3 (2—3)	杉木型及云杉型 taxodioid & piceoid	0—3	27—45	4—6
云杉属 Picea	渐变 gradual	33—34	2.4—4.7	部分树种明显或略明显 some species ; distinct or moderately distinct	1—8 (2—5)	1—3 (1—2)	云杉型 piceoid	0—3	30—63	5—16
银杉属 Cathaya	同上 Do.	30—33	2.4—4.0	甚明显 水平分布 extremely distinct level	1—5 (2—3)	同上 Do.	云杉型 稀柏木型 piceoid rarely cupressoid	0—2	35—48	6—10

* 系纺缍射线宽度　Width of fusiform ray

微观构造　轴向管胞胞壁上的螺纹加厚及具缘纹孔, 轴向薄壁组织, 木射线细胞形状、水平壁纹孔及端壁节状加厚, 交叉场纹孔式同属征。早材管胞弦向直径 18—22μm, 弦壁厚 2.2—2.7μm。木射线有单列及纺缍形射线 2 类。单列射线每毫米 8—11 根, 宽 9—11μm, 高 1—18 个细胞 (19—105μm) 或以上, 多数高 2—7 个细胞 (36—48μm)。纺缍射线内具径向树脂道, 宽 26—42μm; 近道上下方横列 2—3

个细胞，向上和向下逐渐单列，单列尾部高2—6个细胞。木材在石化前已有菌丝存在。

讨论 轴向管胞径壁上具螺纹加厚，轴向和径向树脂道泌脂细胞壁厚等特征，在现代裸子植物材中仅黄杉属（*Pseudotsuga*）、云杉属（*Picea*）和银杉属（*Cathaya*）树种的木材中具有。这3个属和48号石化木的不同特征比较如表1。

从早材带至晚材带管胞胞壁厚度的变化、轴向管胞壁上螺纹加厚的明显度和分布角度、径向树脂道的宽度和泌脂细胞数及交叉场纹孔数等特征（表1内3个属的比较）和黄杉属比较接近。由于交叉场纹孔类型也与黄杉属树种接近：云杉属树种系云杉型；银杉属树种主为云杉型，稀柏木型；黄杉属树种为杉木型或云杉型。根据记载，在黄杉属中的黄杉（*Pseudotsuga sinensis* Dode）和华东黄杉（*P.gaussenii* Flous）均为杉木型或云杉型[2—4]，台湾黄杉（*P.wilsoniana* Hay.）为云杉型，北美黄杉（*P.menzieii* Franco）为杉木型或云杉型[5]，北美大果黄杉（*P.macrocarpa* Mayr）为云杉型[1]。主要因为这种交叉场纹孔类型不是典型的杉木型或云杉型，所以学者们对黄杉属树种木材的交叉场纹孔类型的细微差异难于辩别，甚至同一学者前后看法不一。但该化石交叉场纹孔其形小、数多等特征接近杉木型或云杉型，可以断定和黄杉属树种的木材交叉场纹孔相似。又因交叉场纹孔的纹孔缘看不清，和轴向管胞径壁纹孔数少(?)、射线管数多(?)与黄杉属木材不同，故定为黄杉型木属（*Pseudotsugaxylon* gen. nov. Yang的一新种——平庄黄杉型木（*Pseudotsugaxylon pingzhangensis* sp.nov Yang）

东北云杉型木 Piceaxylon manchuricum Sze （图版Ⅰ,9; 图版Ⅱ,1—5） 标本号: 50

宏观特征 石化木系树木枝条,为黑褐色。生长轮明显，宽0.3mm或以上，早材至晚材管胞胞壁厚度渐变（图版Ⅰ，9）。

微观构造 石化木轴向管胞（多数因在石化前受压挤不能辩认）少数为长方形，弦向直径约30μm；径壁具缘孔少见，圆形，1列，稀疏。螺纹加厚偶见。轴向薄壁组织未见。木射线有单列及纺缍形射线2类。单列射线（图版Ⅱ，5）宽约16μm，高2—10个细胞（44—340μm），多数6—10个细胞(81—146μm)；稀2列（图版Ⅱ，4）。纺缍形射线内具径向树脂道（图版Ⅱ，5），宽约55μm，近树脂道上下方横列3—4个细胞；向上和向下渐变，单列尾部6—16个细胞。射线细胞圆及卵圆形。射线管胞数多，径切面上内壁有云杉型射线管胞螺纹加厚（等距小突起）(?)（图版Ⅱ，2）。射线细胞与轴向管胞交叉场纹孔云杉型(?)（图版Ⅱ，1A及1B）。树脂道有轴向和径向两类。轴向树脂道，在横切面上，仅在晚材带和早材带外部有裂隙，在径切面上有1条轴向树脂道的纵剖面（图版Ⅱ，3）。径向树脂道每平方毫米0—2个，树脂道周围约有6个壁厚的泌脂细胞（图版Ⅱ，5）木材在石化前已有菌丝存在。

讨论 1870年Krauser创立了Pityoxylon属。该属木材同时兼有轴向和径向两类树脂道。由于包括树种众多，1905年Gothan将其分为云杉型木属（*Piceaxylon*）和松型木属（*Pinuxylon*），主要根据泌脂细胞胞壁厚度来分的。前者泌脂细胞壁厚，轴向管胞径壁具缘纹孔、圆形、较大、排列不紧密，如果是多列的则呈对列形式；螺纹加厚有或无，如有多数仅存在于晚材带，交叉场纹孔非窗格状，射线细胞水平壁纹孔明显，射线管胞固定存在，内壁上有不规则的钝齿；后者泌脂细胞胞壁薄，螺纹加厚不存在，交叉场纹孔形大，窗格状（过去曾称之为“蛋孔”），射线细胞水平壁上纹孔稀少或无、射线管胞内壁平滑或齿形。但Seward（1919）及很多学者仍主张采用*Pityoxylon*。另外，1900年Knowlton创立*Pinoxylon*属名，顾名思意，与松属有关，但Gothan（1906），Krsüsel（1910），Seward（1919），Read（1932）[6]和Shimakura(1936)等认为该属和(*Protopiceoxylon*)仅仅是义同而名异的属名。

本文作者认为，现代裸子植物材中，同时兼具轴向和径向树脂道的树种都集中在松科（Pinaceae），而松科又是裸子植物材中最大的1个科，包括树种众多。在松科的11个属中同时兼有轴向和径向树脂道的属有5：松、黄杉；落叶松（*Larix*）、云杉和银杉。因为*Pityoxylon*属中包含的树种太多，所以赞成Gothan将该属分为云杉型木屬和松型木属的主张。这样云杉型木属和他自已创立的原始云杉型木属*Protopiceoxylon*有矛盾，所以本文作者根据现代木材油杉属（*Keteleeria*）仅具轴向树脂道的特征，建议

尽可能使用油杉型木属（*Keteleerioxylon*）这个属名。

该 50 号化石木与现代云杉属树种的木材比较，其交叉场纹孔云杉型，1—6 个，1—2 横列，特别是射线管胞内壁有云杉型螺纹加厚（等距离的小突起），杨家驹[4]认为这些云杉型射线管胞螺纹加厚，显然有别于黄杉属和银杉属树种的木材所具有者。云杉型木属除 Gothan 于 1919 年发表的 *Piceaxylon pseudotsuga* 外，在东亚库页岛和日本还发掘有 *P. scheromedullosum* Shimakura 及 *P. transiens* Shimakura。斯行键[7]于 1951 年在我国东北发现并发表了东北云杉型木 *Piceaxylon manchuricum* Sze)。这次从内蒙古赤峰市平庄发掘的化石木与这 3 种化石木不同之处是: *P.scheromedullosum*、髓部具有石细胞; *P.pseudotsuga* 和 *P.transiens* 晚材管胞均有略明显或明显的螺纹加厚。与 1951 年在东北发现的化石比较，除轴向管胞径壁无 2 列成对的具缘纹孔和螺纹加厚偶见外，多数特征都是相似的。至于 1951 年发表的东北云杉木射线细胞横壁上不规则的加厚，是否等距离的小突起（因未观察其原始材料）不得而知，故暂定名为东北云杉型木（*Piceaxylon manchuricum* Sze）.

松型木 Pinusxylon sp.　（图版Ⅱ, 6—8)　　标本号: 49

宏观特征　系树木枝条，黑褐色。生长轮明显，宽 0.5mm 以上。早材至晚材管胞胞壁厚度渐变（图版Ⅱ，6）。

微观构造　轴向管胞胞壁上有类似螺纹加厚的裂隙。径壁纹孔 1 列，排列稀疏。轴向薄壁组织未见。木射线分单列及纺缍形木射线两类。单列射线（图版Ⅱ，8）宽 13—16μm，稀 2 列。高 1—15 个细胞（18—226μm）或以上，多数 4—8 个细胞（86—144μm)。纺缍形射线（图版Ⅱ，8）具径向树脂道，宽 44—63μm。近树脂道上下方约 2 个细胞，横列，向上或向下急变成单列尾部，单列尾部高 3—6 个细胞。射线细胞卵圆形或长椭圆形。射线细胞与轴向管胞交叉场纹孔窗格状和似窗格状（图版Ⅱ，7）每 1 交叉场 1 枚。射线管胞未见。树脂道轴向者在横切面上未见，估计是石化木在石化前受压挤所致。径向树脂道（图版Ⅱ，8）每平方毫米 0—2 个，泌脂细胞壁薄(?)。

讨论　现代裸子植物交叉场纹孔窗格状或同时具松木型，主要存在于松属（*Pinus*）树种的木材中，还见于金松属（*Sciadopitys*）、陆均松属（*Dacrydium*）和针状枝属（*Phyllocladus*）、粒果罗汉松（*Microcachry*）等树种的木材中。除松属外，其它 4 属均无树脂道。故该化石木应归于松属。Gothan (1905 年）将 Kraüsel (1870) 所创立的 *Pityoxylon* 属分为 Piceoxylon 和 *Pinuxylon*2 属。虽然 Gothan 主张采用他自己的分类法，而还有不少学者仍沿用 *Pityoxylon* 这个属名。本文作者认为，现代木材云杉属和松属的木材构造区别很大，前者交叉场纹孔窗格状或同时具有松木型，树脂道的泌脂细胞壁薄。即是在松属中，硬木松类（双维管亚属）和软木松类（单维管亚属）的区别也很大，前者早材至晚材胞壁厚度急变，射线管胞内壁齿状加厚明显，后者早材至晚材管胞壁厚度渐变，射线管胞内壁水平或微波状。故本文作者同意 Kraüsel 的主张成立 *Piceaxylon* 和 *Pinuxylon* 属。同时由 Knowlton 命名的 *Pinosylon* 也是指松属的木材，但所指石化木的特征是具轴向树脂道而无径向树脂道者，按木材特征应归于 *Keteleerioxylon* 属内，而 Gothan 和 Seward 等认为应归入 *Protopiceoxylon* 属中。Gothan 和 Kraüsel 都指出，北美的 *Pinoxylon dakotense*[6]是属于 *Protopiceoxylon* 的。顾名思意 *Pinoxylon* 这个属名用于与现代松属最接近的木材是十分适宜的。鉴于上述原因，*Pinoxylon* 属名应该废弃。该化石木的木材特征应归于 *Pinuxylon* 属中，故定名为松型木 *Pinuxylon* sp.。该化石木的早材至晚材管胞胞壁厚度渐变，可能是软木松类树种，现代软木松类树种生长在我国东北的仅红松（*Pinus koraiensis* Sieb.et Zucc.）1 种，但不产于内蒙古。

参考文献

〔1〕Greguss P. Identification of living gymnosperms on the basis of xylontomy. Hungarian Academy of Sciences,

Bugapest. 1955.

〔2〕成俊卿. 中国裸子植物材的解剖性质和用途. 北京: 中国林业出版社, 1958.

〔3〕成俊卿, 杨家驹, 刘鹏. 中国木材志. 北京: 中国林业出版社, 1992.

〔4〕杨家驹. 中国针叶树材穿孔卡检索表. 中国林业科学研究院木材研究所研究报告. 木2(1986)3号. 1986.

〔5〕Phillips E W J. The identification of softwoods by their microscopic structure. For. Prod. Res., Bull no. 22, Dept. Sci. Idust. Pres., London. 1963.

〔6〕Read C B. *Pinoxylon dakotense* Knowlton from the Cretaceous of the Black Hills. *Bot Gaz*. 1932: **93**: 180.

〔7〕斯行键, 李星学. 中国中生代植物. 北京: 科学出版社, 1963.

图版说明

图版 Ⅰ 1—8. 平庄原始黄杉型木. 9. 东北云杉型木.

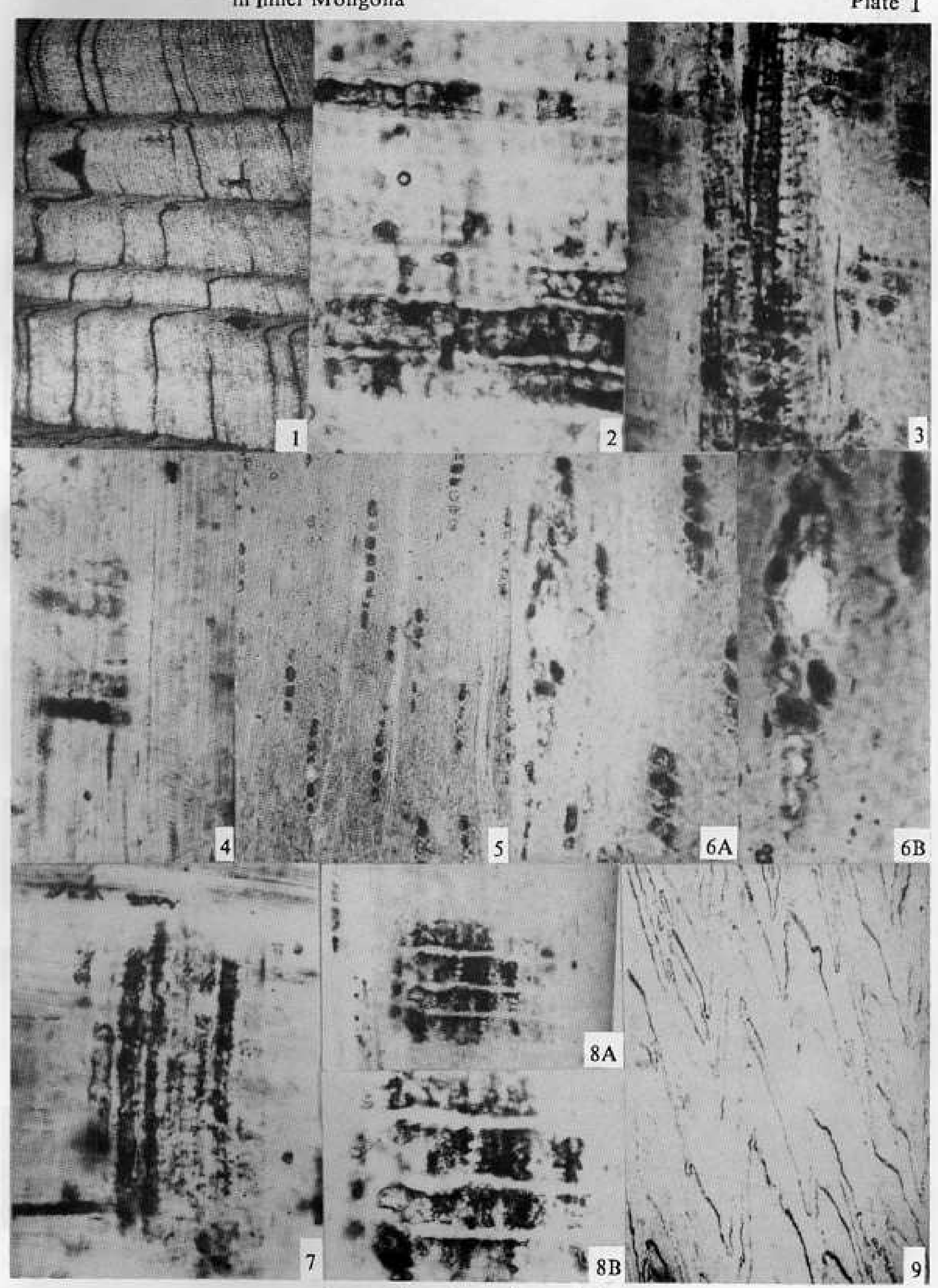
1. 横切面, 示早材至晚材管胞胞壁厚度略急变至急变。×65 2.径切面, 示交叉场纹孔云杉型(?)。×500 3.径切面, 示轴向树脂道纵剖面。×250 4.径切面, 示管胞壁上的螺纹加厚。×250 5.弦切面, 示单列木射线。×250 6A.弦切面, 示单列射线及具径向树脂道的纺缍形射线。×250 6B.弦切面, 上图放大。×500 7.径切面, 示射线管胞内壁上的螺纹加厚(?) ×250 8A.径切面, 示射线细胞中含深色树脂、水平壁上具纹孔及端壁节状加厚。×250 8B.径切面, 上图放大。×500 9.横切面, 示早材至晚材胞壁厚度渐变。×65

图版 Ⅱ 1—5. 东北云杉型木。6—8. 松型木。 1A. 径切面, 示交叉场纹孔云杉型(?) ×250 1B. 径切面, 上图放大。×500 2. 径切面, 示射线管胞内壁上等距小突起(?)。×250 3. 径切面, 示轴向树脂道纵剖面 。×250 4. 弦切面, 示木射线 2 列成对。×250 5. 弦切面, 示单列木射线及具径向树脂道(泌脂细胞壁厚)的纺缍形木射线。×250 6. 横切面, 示早材至晚材管胞胞壁度渐变。×65 7. 径切面, 示交叉场纹孔窗格状。×250 8. 弦切面, 示单列木射线及具径向树脂道的纺缍形射线。×250

Explanation of Plates

Plates Ⅰ Figs. 1—8. *Pseudotsugoxylon pingzhangensis* Fig. 9. *Piceoxylon manchuricum* Fig. 1. Transverse section, showing moder ately abrupt or abrupt transition from earlywood to latewood. × 65 Fig. 2 Radial section, showing piciform pits(?)occuring in the crossfields. × 500 Fig.3 Radial section, showing a longitudinal section of the axil resin × 250 Fig.4. Radial section, showing spiral thickenings on the axil tracheid walls. × 250 Fig.5. Tangential section, uniseriate rays and a fusiform ray. × 250 Fig.6A. Tangential section, showing radial resin canal. × 250. Fig.6B. Tangential section, showing fig.6A englarged. × 500 Fig.7 Radial section, showing spiral thickenings on inner walls of ray tracheid(?). × 250 Fig.8A Radial section, showing ray cells containing dark resin pits on level wall and nodular thickenings on end wall. × 250 Fig.8B. Radial section, showing fig.8A enlarged. × 500 Fig.9. Transverse section, showing gradual transition from earlywood to latewood. × 65

Plates Ⅱ Fig.1— 5. *Piceoxylon manchuricum* Fig.1A. *Pinuxylon* sp. Fig.1A. Radial section, showing piciform pits(?) occurring in the crossfields. × 250 Fig.1B. Radial section, showing fig. 1A. enlarged. × 500 Fig.2. Radial section, showing equidistant denticle on inner walls of ray tracheid(?). × 250 Fig.3. Radial section, showing a longitudinal section of the axil resin. × 250 Fig.4. Tangential section, showing uniseriate ray in pairs biseriate. × 250 Fig.5. Tangential section, showing uniseriate ray and fusiform ray with radial resin canal.(thickwalled epithelium) × 250 Fig.6. Transverse section, showing gradual transition from earlywood to latewood. × 65 Fig.7. Radial section, showing windowlike pits occuring in the crossfields. × 250 Fig.8. Tangential section, showing uniserate ray and fusiform ray with radial resin canal. × 250.



See explanation at the end of text

1A 1B 2 3 4 5 6 7 8

See explanation at the end of text